

**Informes Técnicos  
Desarrollo Rural**

ISSN: 2796-910X

URL: [inta.gob.ar/documentos/informes-tecnicos-desarrollo-rural-inta-pergamino](http://inta.gob.ar/documentos/informes-tecnicos-desarrollo-rural-inta-pergamino)

Responsable: María Eugenia Sticconi

Editor: César Mariano Baldoni

Estación Experimental Agropecuaria Pergamino

Ruta 32 KM 4,5 (6700) Pergamino

Buenos Aires, Argentina

+54 02477 43-9076

# Evaluación de fertilizantes arrancadores en trigo

*Autores: Fernando JECKE, Fernando MOUSEGNE (INTA)*

*Tomás MIGUENS (Bunge Argentina).*

Instituto Nacional de  
Tecnología Agropecuaria  
Argentina



## Introducción

El trigo es un cultivo tradicional de la Región Pampeana argentina, y el principal cereal de invierno que ocupa nuestra superficie destinada a la agricultura. Además de su valor económico, la importancia en las rotaciones se ha incrementado hasta tornarse un participante indispensable de los sistemas agrícolas, brindando una amplia y durable cobertura de residuos, gran capacidad de competencia con las malezas, mayor aprovechamiento del suelo y maquinaria son algunas de las razones de su auge actual. Junto con la cebada, desarrollan una estratégica capacidad de crecimiento al final de la primavera, etapa clave para el normal progreso de los cultivos de verano. Es en esta época del año donde se incuban procesos de enmalezamiento que podrían limitar la productividad futura de soja y maíz.

El nitrógeno (N) y el fósforo (P) son los nutrientes que con mayor frecuencia limitan el rendimiento del trigo, sin embargo, en las últimas décadas la intensificación de la agricultura ha generado una disminución de azufre (S) en los suelos, ya que además hubo una falta de reposición de este mineral. El método más tradicional para la aplicación de fertilizantes en el mundo es el esparcido en cobertura total sobre la superficie. Cuando el fertilizante no se incorpora al suelo, los nutrientes pueden liberarse a la atmósfera ( $\text{NH}_3$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NO}_x$  y  $\text{N}_2$ ) o lixiviar a las aguas superficiales y / o subterráneas ( $\text{NO}_3$ ,  $\text{HPO}_4^{2-}$  /  $\text{H}_2\text{PO}_4^-$ ) (Fan et al., 2012). En la aplicación de arrancadores el fertilizante se coloca cerca de las semillas o raíces, lo que acelera la absorción e incrementa la biomasa, así como el contenido de nutrientes en el tejido vegetal.

Las deficiencias de P generan un cultivo de trigo más sensible a estrés y enfermedades. En cereales se genera un retardo en el crecimiento, las raíces se desarrollan poco y se produce enanismo de hojas y tallos. Las plantas deficientes tienden a mantener un color verde más oscuro que las plantas adecuadamente nutridas e incluso puede tornar a morado. El crecimiento y la maduración del cultivo se demoran. La generación de macollos puede reducirse marcadamente.

El objetivo de este ensayo fue cuantificar el efecto de la aplicación de fertilizantes arrancadores sobre el rendimiento y sus componentes en un cultivo de trigo.

**Palabras clave:** *trigo, fósforo, rendimiento.*

## Materiales y métodos

El experimento se llevó a cabo en la Unidad Demostrativa de la Agencia de Extensión Rural del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de la localidad de San Antonio de Areco en el lote 15-18 del Establecimiento "La Fe" con las siguientes coordenadas 34°11'28.6"S 59°34'13.5"O (Fotografía 2) donde como cultivo antecesor había se realizó un trigo/soja de segunda. El mismo se estableció sobre un suelo Serie Capitán Sarmiento (Sm11), Argiudol vértico, familia fina, illítica, térmica (Soil Taxonomy V. 2014); el perfil se encuentra ubicado en la latitud 34° 13' 20" S y longitud 59° 36' 40" O; una altitud de 52 m.s.n.m. y a 2,7 km. al este-sudeste de la estación Duggan (FFCC Gral Bartolomé Mitre), partido de Capitán Sarmiento; provincia de Buenos Aires. Mosaico I.G.M. 3560-4-4, Duggan. Es bien drenado, escurrimiento medio y permeabilidad moderada. El horizonte Bt es arcilloso y arcillo limoso con 40 a 60 % de arcilla. En algunos perfiles del horizonte C, el calcáreo puede aparecer casi a 2 m. de profundidad y depende de la posición en el relieve.

El material de trigo utilizado fue DM Aromo de ciclo intermedio con fecha de siembra el 29 de junio de 2022 espaciado a 0,2 metros entre surcos con una densidad de siembra de 350 pl/m<sup>2</sup>. Se realizó un barbecho el 29 de mayo de 2022 con 2 lts/ha Glifosato al 62 % + 700 cm<sup>3</sup>/ha de 2,4 D + 600 cm<sup>3</sup>/ha de cletodim y en macollaje se aplicó 550 cm<sup>3</sup>/ha de 2,4 D + 5 g/ha de Metsulfurom. El 11 de octubre de 2022 se aplicó un fungicida a base de 25 % Propiconazole + 4 % Benzovindiflupir + 20 % Pydiflumetofen para controlar Roya Amarilla causada por el hongo *Puccinia striiformis*.

Los ensayos tuvieron un diseño en bloques al azar (DBCA) con cuatro repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 1,4 m de ancho y 5 m de largo con 7 surcos distanciados a 0,2 m entre sí. Los fertilizantes arranquadores se aplicaron junto con la semilla al momento de la siembra y los fertilizantes nitrogenados en macollaje (24/08/2022) al voleo. En la *tabla 1* se detallan los tratamientos aplicados y en la *tabla 2* el análisis de suelo.

Se evaluó el número de plantas logradas por metro cuadrado en el estado fenológico Z12 (29/07/2022) de la escala de Zadocks et. al. (1974) contando las plantas completamente emergidas sobre 3 metros lineales de cada parcela. En el estado Z32 (21/09/2022) se evaluó el número de macollos logrados y, en Z75 (21/11/2022), el número de espigas logradas.

Se evaluó la cobertura de suelo mediante la aplicación Canopeo (desarrollada por *Oklahoma State University*) realizando dos evaluaciones por parcela en el estadio de Z12 (29/07/2022) y Z25 (25/08/2022). En Z32 (23/09/2022) y en Z53 (12/10/2022) se determinó NDVI por Greenseeker.

La cosecha se realizó con una cosechadora autopropulsada de parcelas dentro de los cinco surcos centrales el 25 de noviembre de 2022. Sobre una muestra del grano cosechado se determinó el peso de mil granos (PMG) y peso hectolitrico (PH). Se realizó un análisis de la varianza para un DBCA y se compararon las medias con el test Tukey al 0,05 con el programa Infostat Version 2018e.

**TABLA 1.** Tratamientos evaluados en el experimento. INTA San Antonio de Areco, Campaña 2022.

Tratamiento	Fertilización a la siembra	Fertilización Nitrogenada
T1	0 kg ha <sup>-1</sup>	0 kg ha <sup>-1</sup>
T2	0 kg ha <sup>-1</sup>	180 kg ha <sup>-1</sup>
T3	80 kg ha <sup>-1</sup> MAP	180 kg ha <sup>-1</sup>
T4	104 kg ha <sup>-1</sup> Mezcla 7-40-0-5S	180 kg ha <sup>-1</sup>
T5	109 kg ha <sup>-1</sup> Nutrimax 7-38-0-5S	180 kg ha <sup>-1</sup>
T6	104 kg ha <sup>-1</sup> Microessential SZ 12-40-0-10 S-1 Zn	180 kg ha <sup>-1</sup>

**TABLA 2.** : Análisis de suelo efectuado al momento de la siembra.

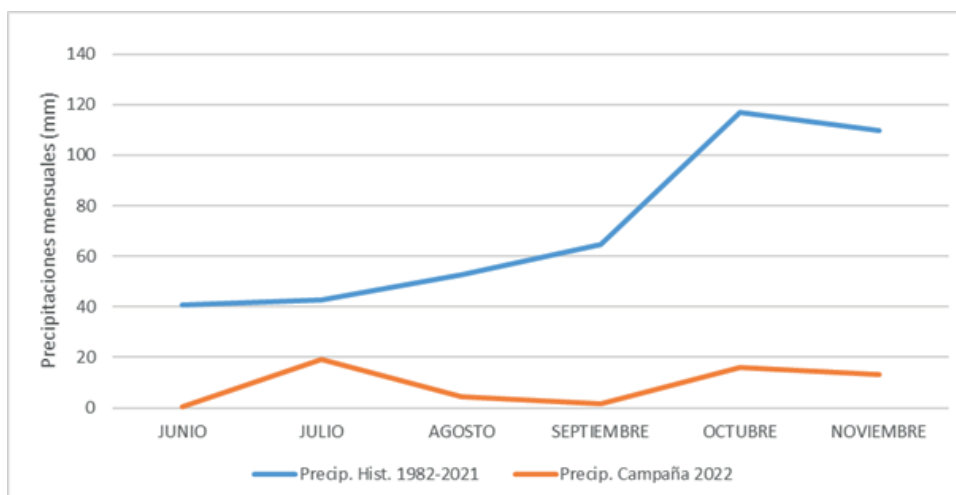
Materia Orgánica	Fósforo extractable	N-Nitratos	N-Nitratos	pH	CE
		(0-20) cm	(20-40) cm		
%	mg kg <sup>-1</sup>	ppm	Ppm	agua 1:2,5	dS m <sup>-1</sup>
3.4	45.7	13.1	5.2	5.4	0.13
<b>Medio</b>	<b>Medio</b>	<b>Medio</b>	<b>Medio</b>	<b>Neutro</b>	<b>Bajo</b>

## Resultados

En la *figura 1* se presentan las precipitaciones mensuales registradas entre junio y noviembre del año 2022, y las precipitaciones históricas promedio mensuales registradas para los mismos meses entre 1982 y 2021.

La precipitación total registrada durante el ciclo de crecimiento del cultivo ascendió a los 55 mm, mientras que el promedio histórico entre el año 1982 y 2021 para los mismos meses fue de 427 mm lo que pone en evidencia la considerable disminución de oferta hídrica que tuvo durante su crecimiento. Durante los meses de febrero, marzo y abril hubo adecuadas precipitaciones que recargaron el perfil del suelo lo que junto con las bajas temperaturas del otoño e inicios del invierno permitieron que el cultivo al momento de la siembra tenga humedad en el suelo para comenzar su crecimiento. Sin embargo, las mismas comenzaron a disminuir desde mayo en adelante, y esta tendencia continua durante todo el desarrollo del cultivo, con precipitaciones mensuales inferiores a los 20 mm en la etapa crítica del cultivo, lo que limitó fuertemente el rendimiento.

**FIGURA 1:** Precipitaciones mensuales campaña 2022 y precipitaciones promedio mensuales Históricas (1982-2021) en la localidad de San Antonio de Areco.



En la *tabla 3* se presentan las medias de rendimiento, PMG y PH; mientras que en la *figura 2* se presentan los rendimientos.

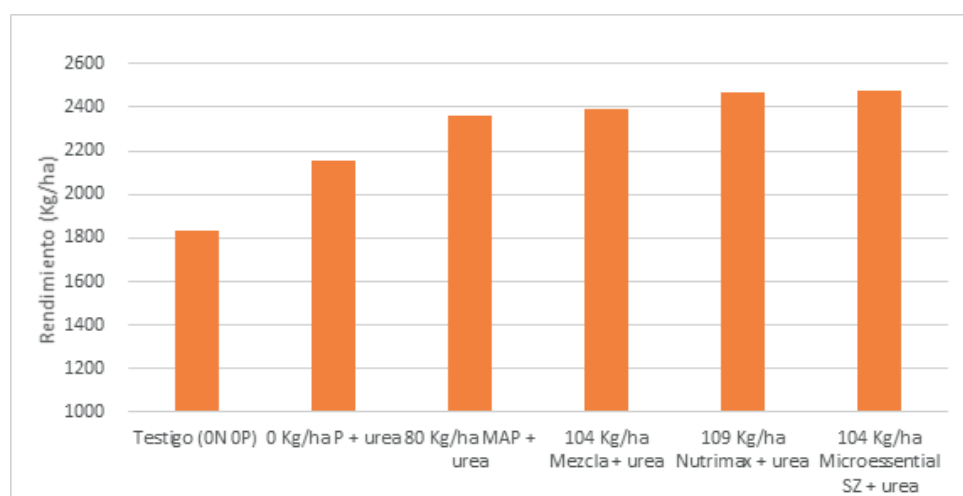
**TABLA 3:** Medias de Rendimiento, PMG, PH.

Tratamiento	Descripción	Rendimiento (Kg/ha)	PMG (grs)	PH (Kg/hl)
1	Testigo (ON OP)	1836 a	30,8 a	74,0 a
2	0 Kg/ha P + urea	2151 a	33,0 a	74,8 a
3	80 Kg/ha MAP + urea	2362 a	31,0 a	75,8 a
4	104 Kg/ha Mezcla + urea	2392 a	32,5 a	74,6 a
5	109 Kg/ha Nutrimax + urea	2466 a	31,8 a	74,6 a
6	104 Kg/ha Microessential SZ + urea	2473 a	31,0 a	74,3 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

DMS Rendimiento = 642; DMS PMG = 2.3; DMS PH = 4.7

**FIGURA 2:** Rendimiento de trigo según tratamiento de fertilización.



En la *tabla 4* se presenta las plantas, macollos y espigas logradas por metro cuadrado en cada tratamiento.

**TABLA 4:** Medias de Plantas/m<sup>2</sup>, macollos/m<sup>2</sup> y espigas/m<sup>2</sup>

Tratamiento	Descripción	Plantas/m <sup>2</sup>	Macollos/m <sup>2</sup>	Nº de Espigas/m <sup>2</sup>
1	Testigo (ON OP)	265 a	479 a	326 a
2	0 Kg/ha P + urea	284 a	480 a	347 ab
3	80 Kg/ha MAP + urea	303 a	541 ab	393 ab
4	104 Kg/ha Mezcla + urea	302 a	486 a	369 ab
5	109 Kg/ha Nutrimax + urea	276 a	545 ab	427 b
6	104 Kg/ha Microessential SZ + urea	290 a	611 b	415 ab

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

DMS Plantas/m<sup>2</sup> en Z12 = 54; DMS Macollos/m<sup>2</sup> = 111; DMS Espigas/m<sup>2</sup> = 89

En la *tabla 5* se presenta el número de granos por metro cuadrado; así como también el número de granos por espiga.

**TABLA 5:** Medias de Numero de granos/m<sup>2</sup> y Numero de granos/espiga

Tratamiento	Descripción	N° de granos/m <sup>2</sup>	N° de granos/espiga
1	Testigo (ON OP)	5955 a	18,5 a
2	0 Kg/ha P + urea	6518 a	19,0 a
3	80 Kg/ha MAP + urea	7626 a	19,4 a
4	104 Kg/ha Mezcla + urea	7351 a	20,1 a
5	109 Kg/ha Nutrimax + urea	7756 a	18,4 a
6	104 Kg/ha Microessencial SZ + urea	8012 a	19,2 a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

DMS Granos/m<sup>2</sup> = 2059; DMS Granos/espiga = 6.6

En la *tabla 6* se presenta el porcentaje de cobertura del suelo en los dos estadios de evaluación.

**TABLA 6:** Medias de porcentaje de Cobertura del suelo en Z12 y Z25.

Tratamiento	Descripción	Cobertura de suelo Z12 (%)	Cobertura de suelo Z25 (%)
1	Testigo (ON OP)	7,4 ab	14,6 a
2	0 Kg/ha P + urea	7,2 a	12,1 a
3	80 Kg/ha MAP + urea	8,2 ab	24,5 b
4	104 Kg/ha Mezcla + urea	8,3 ab	22,1 b
5	109 Kg/ha Nutrimax + urea	8,1 ab	25,0 b
6	104 Kg/ha Microessencial SZ + urea	8,7 b	26,2 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

DMS Cober Z12 = 1.5; DMS Cober Z25 = 5.07

En la *tabla 7* se presenta el NDVI por Greenseeker en Z35 y Z53 de cada tratamiento.

**TABLA 7:** Medias de NDVI por Greenseeker en Z32 y Z53

Tratamiento	Descripción	NDVI Z32	NDVI Z53
1	Testigo (ON OP)	0,37 a	0,34 a
2	0 Kg/ha P + urea	0,36 a	0,35 ab
3	80 Kg/ha MAP + urea	0,45 b	0,41 b
4	104 Kg/ha Mezcla + urea	0,43 b	0,37 ab
5	109 Kg/ha Nutrimax + urea	0,45 b	0,40 ab
6	104 Kg/ha Microessencial SZ + urea	0,45 b	0,41 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ ).

DMS NDVI Z32 = 0.04; DMS NDVI Z53= 0.06

## Discusión y conclusiones

La media de rendimiento del ensayo fue de 2280 kg/ha, la cual puede considerarse acorde a la escasa oferta hídrica de la campaña. No hubo diferencias significativas entre los distintos tratamientos para el rendimiento, PMG y PH. Sin embargo, para el rendimiento los tratamientos con adición de fertilizantes mostraron incrementos importantes con relación al testigo absoluto evidenciando la importancia del mismo en años con estrés hídrico. En este caso aquellos esquemas de fertilización con N y P mostraron incrementos del orden del 29 al 35 por ciento; mientras que los tratamientos con fertilizantes arrancadores incorporados a la siembra mostraron incrementos del orden del 10% al 15% con respecto al testigo nitrogenado (tratamiento 2). Todos los tratamientos con fertilización mostraron mayor PMG que el testigo absoluto.

En cuanto al número de plantas vivas, no se observaron diferencias significativas; aunque sí para el de macollos y espigas por metro cuadrado. Para ambos parámetros se destacan el tratamiento 6 y 5; aunque puede observarse una mayor sobrevivencia de espigas en aquellos tratamientos con esquemas de fertilización N y P completos. En la misma tabla se puede apreciar la alta mortandad de macollos por el efecto del stress hídrico. Para el número de granos por metro cuadrado y el número de granos por espiga no se observan diferencias significativas, aunque se observa una tendencia similar que en los parámetros anteriores.

En el porcentaje de cobertura del suelo se hallaron diferencias estadísticas significativas en los dos estadios de evaluación; en Z 12 se destacó el tratamiento 6, mientras que en Z 25 el 3, 4, 5 y 6. En ambas evaluaciones puede observarse una mayor cobertura de suelo en aquellos tratamientos con esquemas de fertilización N y P completos. Para el NDVI por Greenseeker también se hallaron diferencias significativas en ambas evaluaciones, destacándose el tratamiento 3, 4, 5 y 6 en Z 32 y el 3 y 6 en Z 53, con una tendencia similar que la evaluación de cobertura.

La respuesta estuvo claramente condicionada por las condiciones hídricas extraordinarias de esta campaña, afectando al cultivo en su crecimiento (no llegó al índice foliar óptimo y registros de NDVI bajos en distintos estadios), en su posibilidad de generar macollos (escasa cantidad de espigas por unidad de superficie) y en su potencial de rendimiento (escaso tamaño de espiga y número de granos). Estos aspectos determinaron que la fertilización realizada en los distintos tratamientos haya sido superior a las demandas que tuvo el cultivo durante su desarrollo. Sin embargo, en estas condiciones excepcionales, pudo observarse respuestas positivas por el agregado de fertilizantes arrancadores asociado, probablemente, al mayor desarrollo radicular y de biomasa que le permitió al cultivo enfrentar mejor las condiciones estresantes de la campaña.